

نقشه، پایه و اساس تولید است. پس هیچ یک از رشته‌های صنعتی از نقشه بی‌نیاز نیستند. افزون بر آن، ارتباطات گسترده صنعتی وجود زبانی یکسان و توانا را برای مبادلات فکری اجتناب‌ناپذیر می‌کند. نقشه‌کشی صنعتی بار این مبادلات فکری را بر عهده دارد. به وسیله آن طراحان و تولیدکنندگان با یکدیگر گفت‌وگو می‌کنند و سازنده می‌تواند دیدگاه‌های دقیق طراح را درک و در ساختمان محصول پیاده کند. بنگاه جهانی استاندارد یعنی ایزو (ISO) وظیفه تدوین دستورات و قواعد این زبان را بر عهده دارد. از سوی دیگر، به دلیل گسترش بیش از پیش رشته‌های فنی و دانش بشری، هر رشته‌ای در کارهای تخصصی، برای خود دارای نقشه‌کشی تخصصی است.

صنایع فلزی، که عمده کار آن ساخت سازه‌های فلزی است، گرچه جزئی از نقشه‌کشی مکانیک است، با این حال مباحثی ویژه خود دارد. نقشه‌هایی که مربوط به سازه‌های تولیدی از ورق است (مثل مخازن، کانال‌ها، لوله‌ها) از انواع پروفیل‌ها استفاده می‌کند، مانند ساخت اسکلت‌های فلزی و آنچه مربوط به جوشکاری است.

نکته دیگر آن که برای یک فرد فنی در هر رشته‌ای، به ویژه کسی که با ساخت اشکال و احجام صنعتی سروکار دارد، ورود آگاهانه به موضوع نقشه، مستلزم یادگیری و درک مباحث پایه‌ای و ریشه‌ای نقشه است. چرا که نقشه‌کشی، ضمن داشتن بُعد عملی، امروزه یک علم محسوب می‌شود، علمی که پایه و اساس آن هندسه است.

در این کتاب در حد توان، کوشش شده تا محتوا به شکلی منظم تدوین شود. ابتدا با اصول و قواعد نقشه و استانداردهای رایج آن تا حدی آشنا می‌شویم. سپس، با نگاهی دوباره اطلاعات خود را در مورد احجام بالا می‌بریم، زیرا احجام پایه هر مصنوع‌اند، به ویژه احجامی که از نظر هندسی معین و تعریف شده هستند و هرگونه محاسبه و برآورد در مورد آن‌ها امکان‌پذیر باشند.

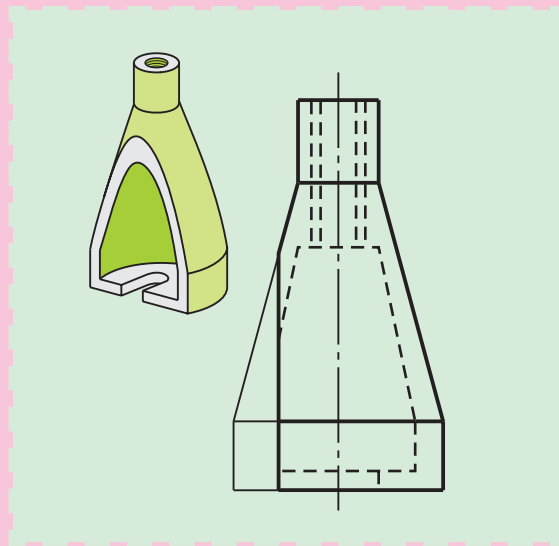
پس ابتدا آگاهی‌های خود را در مورد احجام منظم می‌کنیم، از برخی موارد مهم و بسیار کاربردی ترسیمی آگاه می‌شویم. آن‌گاه مقدمه‌ای از هندسه ترسیمی را بررسی می‌کنیم، تا آن حد که بتوان به اندازه‌های واقعی، که نیاز اصلی ساخت است، دست‌رسی پیدا کرد و نیز خط‌های جدید حاصل از برخورد احجام و صفحه‌ها را با هم، به‌دست آورد. همه این‌ها به این دلیل است که یک فرد فنی، افزون بر خلاقیت، باید به ابزار تفکر بهتر و نتیجه‌گیری قوی‌تر هم مجهز باشد.

دنباله کار، در حقیقت استفاده از اطلاعات به دست آمده در حل مسائل گسترش، نقشه‌های ترکیبی و به دنبال آن نقشه‌های جوش است، و در پایان با توجه به نقش گسترده نرم‌افزارهای طراحی و نقشه‌کشی در صنعت و از طرفی ضرورت به‌روز شدن اطلاعات هنرجویان، فصل دوازدهم به آموزش اتوکد در حالت دوبعدی پرداخته است. البته هدف کلی هم تا حدی مسیر را روشن می‌سازد. در اینجا از استادان گرامی خواهشمند است به هر فصل و اهداف آن دقیقاً توجه شود. هیچ‌گاه نباید بدون بررسی دقیق هر فصل، وارد فصل بعدی شد. در برخی از فصل‌ها ساخت انگاره (ماکت) از مقوای نازک پیشنهاد شده است که به اجرای آن‌ها توصیه می‌شود. ضمناً مطالبی زیر عنوان «برای مطالعه» یا «تحقیق کنید» آمده است که نباید در هیچ آزمونی مورد پرسش قرار گیرد. شایسته است، در آموزش فصل دوازدهم از تمرین‌های سایر فصول این کتاب استفاده شود.

### هدف کلی

توانایی ترسیم، خواندن و پیاده کردن نقشه‌های اجرایی سازه و ترسیم نقشه‌های دوبعدی به کمک اتوکد.

## حجم‌های مهم هندسی



سازه‌ها، از حجم‌های آشنای هندسی ساخته می‌شوند

هدف‌های رفتاری: فراگیرنده، پس از پایان این درس، باید بتواند:

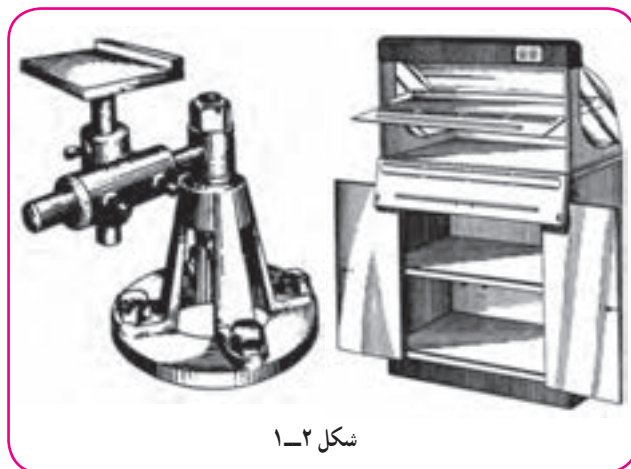
- ۱- کاربرد حجم‌های مهم هندسی را در صنعت بیان کند.
- ۲- منشور و ویژگی‌های مهم آن را معرفی کند.
- ۳- هرم و ویژگی‌های مهم آن را تعریف کند.
- ۴- استوانه و ویژگی‌های مهم آن را معرفی کند.
- ۵- مخروط و ویژگی‌های مهم آن را شرح دهد.
- ۶- کره و ویژگی‌های مهم آن را معرفی کند.

## ۱-۱- مقدمه

با کمی دقت در اجسامی که در اطراف ما وجود دارند متوجه می‌شویم که بیشتر آن‌ها دارای شکل‌های منظم و مشخص هندسی هستند. احجام از قبیل استوانه، مکعب، مکعب مستطیل، مخروط و ... .



شکل ۱-۱



شکل ۱-۲

کاربرد این احجام به آنچه که در زندگی عادی با آن‌ها سروکار داریم منحصر نمی‌شود و در صنعت، که مورد توجه ماست، کاربردهای فراوان دارند. به نمونه‌هایی از آن‌ها در شکل ۱-۲ توجه کنید.

استفاده از احجام با شکل‌های معین و تعریف شده هندسی در سازه‌ها دلایلی دارد، برای نمونه :

۱- ویژگی‌های احجام با شکل‌های معین به راحتی قابل تعیین هستند، مانند وزن و حجم.

۲- ساخت این احجام ساده و قانونمند است.

دسته بزرگی از احجام، ظروف هستند، یعنی آن‌هایی که به دلایل مختلف برای نگهداری مایعات و مواد یا عبور سیالات مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳

با کمی توجه و بررسی متوجه می‌شویم که آن‌ها زیاد تنوع ندارند. با وجود این، دارای شکل‌های کاربردی فراوان‌اند. آشنایی با این احجام، شاید از نظر مصرف‌کننده مهم نباشد اما از نظر سازنده و طراح امری بسیار مهم و اساسی است. این آگاهی به او کمک می‌کند که طراحی را چگونه انجام دهد، چگونه بهترین شکل را انتخاب کند و از نظر استحکام و کارایی به چه مسائلی توجه کند. هم‌چنین چگونه مسائل اقتصادی و هزینه‌ها را مورد توجه قرار دهد و بسیاری موارد دیگر.

## ۲-۱-۱- تعریف

جسم، بخشی از فضا است که با چند صفحه محدود می‌شود.

اجسام هندسی را می‌توان به دو بخش بزرگ تقسیم کرد:

(الف) آن‌ها که دارای سطوح تخت هستند، مانند مکعب مستطیل، هرم.

(ب) آن‌ها که دارای سطوح منحنی هستند، مانند استوانه، مخروط، کره.

## ۳-۱-۱- سطح منشوری

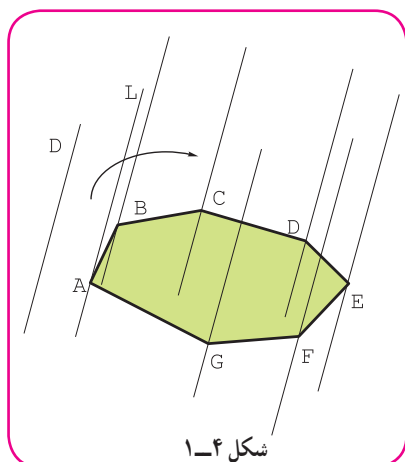
اگر خط راستی مانند  $L$ ، چنان در فضا حرکت کند که همواره بر یک چندضلعی  $ABCDE\dots$  متکی و با یک خط معین  $D$  موازی باشد، سطحی به نام سطح منشوری به وجود می‌آید (شکل ۱-۴).

۱-۳-۱- تعریف منشور: منشور بخشی از سطح منشوری است که با دو

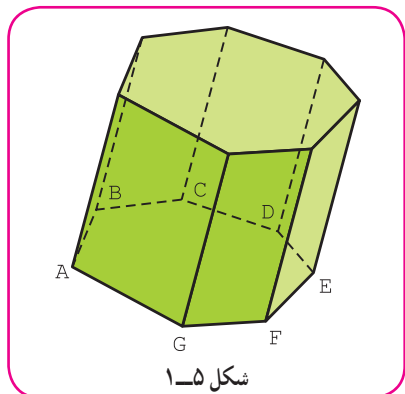
صفحه موازی محدود می‌شود (شکل ۱-۵).

به سادگی متوجه می‌شویم که یک منشور از چند مستطیل یا متوازی‌الاضلاع به نام سطح جانبی و دو چندضلعی یکسان به نام قاعده تشکیل می‌شود. اجزای یک منشور در شکل ۱-۶ معرفی شده است.

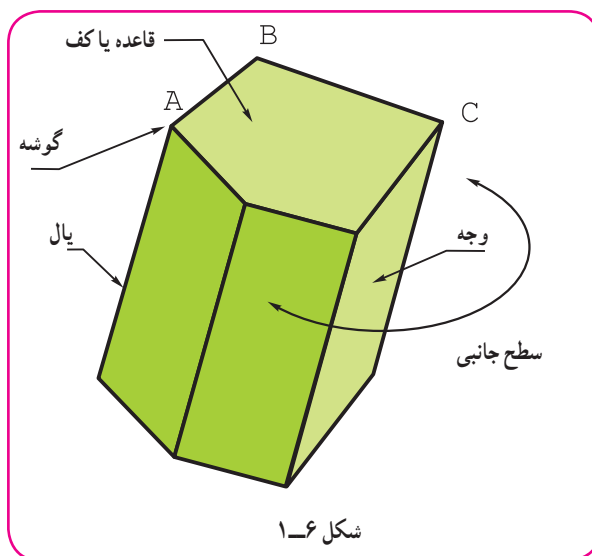
مجموعه سطح جانبی و سطح دو قاعده را سطح کل منشور گویند.



شکل ۱-۴

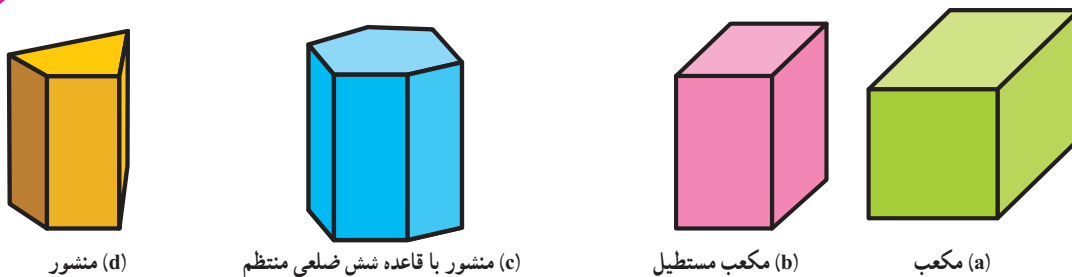


شکل ۱-۵



شکل ۱-۶

۲-۳-۱- منشور قائم: در آن یال‌ها بر سطح قاعده عمود هستند (شکل ۱-۷).



(d) منشور

(c) منشور با قاعده شش ضلعی منتظم

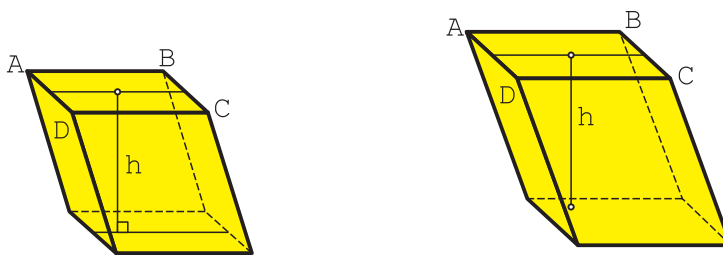
(b) مکعب مستطیل

(a) مکعب

شکل ۱-۷

ارتفاع یک منشور قائم، برابر یال آن است.

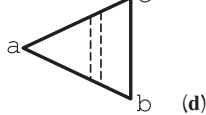
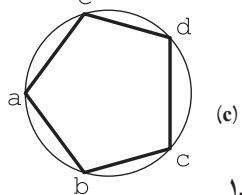
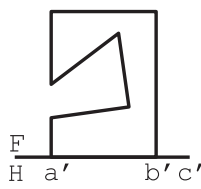
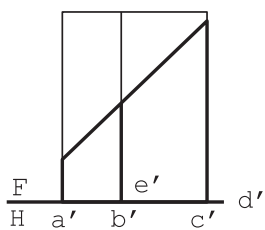
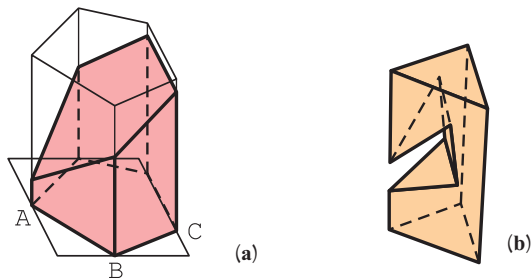
۳-۳-۱- منشور مایل: در آن یال‌ها بر قاعده عمود نیستند (شکل ۱-۸).



(b) وجوه جانبی همه متوازی الاضلاع

(a) وجوه جانبی مستطیل و متوازی الاضلاع

شکل ۱-۸



منشور برش خورده

شکل ۱-۹

به این جسم متوازی السطوح هم می‌گویند و در آن ارتفاع خطی است که بر دو قاعده عمود شود.

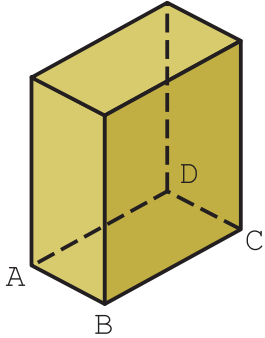
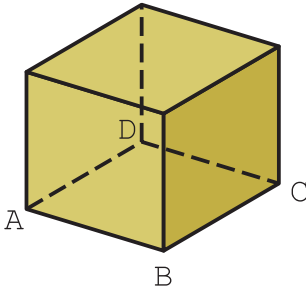
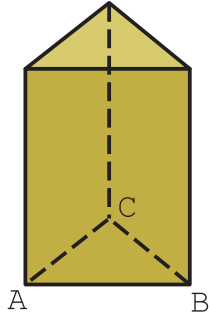
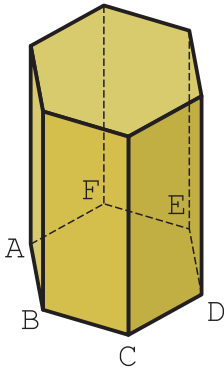
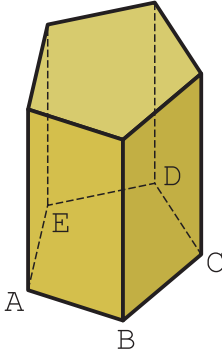
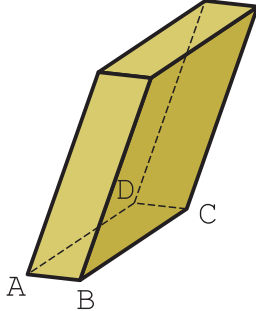
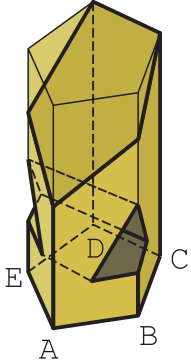
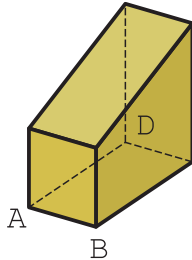
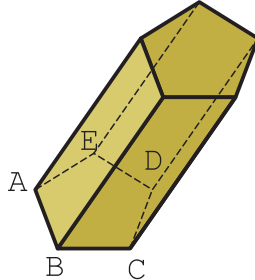
۴-۳-۱- منشور برش خورده: اگر

قسمتی از یک منشور بریده شود، گویند منشور برش خورده است (شکل ۱-۹).

برش منشور می‌تواند بنا بر نیاز، با یک صفحه، یا چندین صفحه انجام شود. در شکل a منشور با یک صفحه و در شکل b منشور با سه صفحه برش خورده است.

در جدول شماره ۱-۱، نمونه‌هایی از منشور دیده می‌شود.

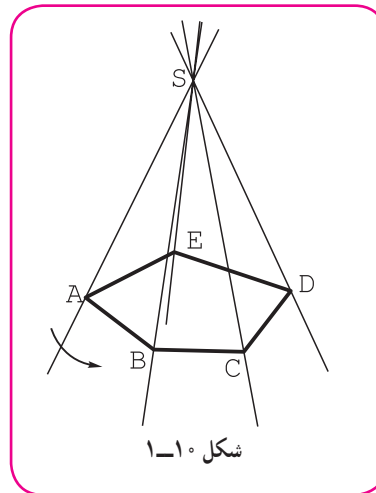
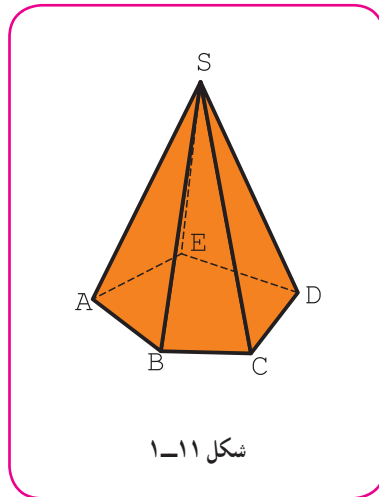
جدول ۱-۱- گونه‌هایی از منشور

 <p>۳- مکعب مستطیل</p>	 <p>۲- مکعب</p>	 <p>۱- منشور سه بر (سه پهلو)</p>
 <p>۶- منشور شش بر</p>	 <p>۵- منشور پنج بر</p>	 <p>۴- متوازی السطوح</p>
 <p>۹- منشور برش خورده</p>	 <p>۸- منشور برش خورده</p>	 <p>۷- منشور مایل</p>

## ۱-۴-۱- سطح هرمی

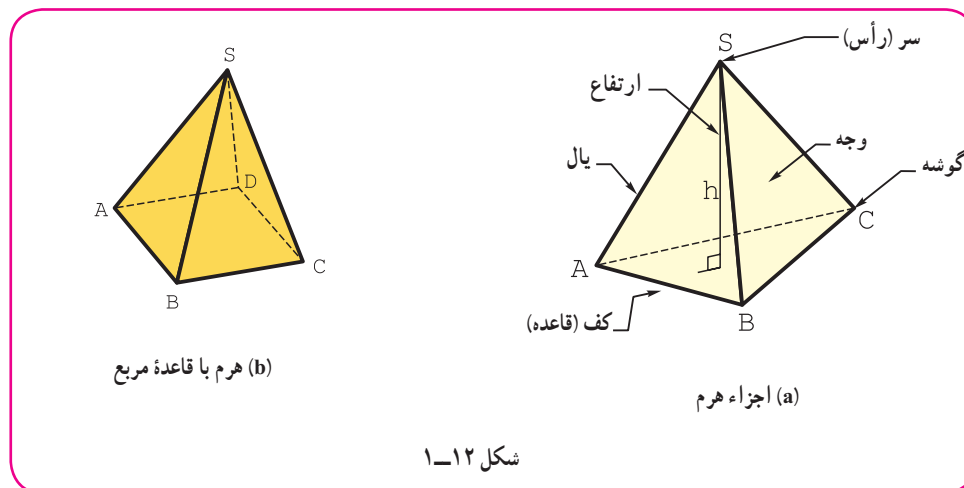
اگر خط راستی مانند  $L$ ، چنان در فضا حرکت کند که همواره از نقطه ثابت  $S$  بگذرد و بر چندضلعی تخت  $ABCDE \dots$  متکی باشد، سطح دو شاخه هرمی به وجود می‌آید (شکل ۱-۱۰).

۱-۴-۱- هرم: اگر قسمت محدودی از یک شاخه سطح هرمی را در نظر بگیریم، یک هرم خواهیم داشت. بنا بر تعریف، هرم قسمت محدودی از یک سطح هرمی است (شکل ۱-۱۱).



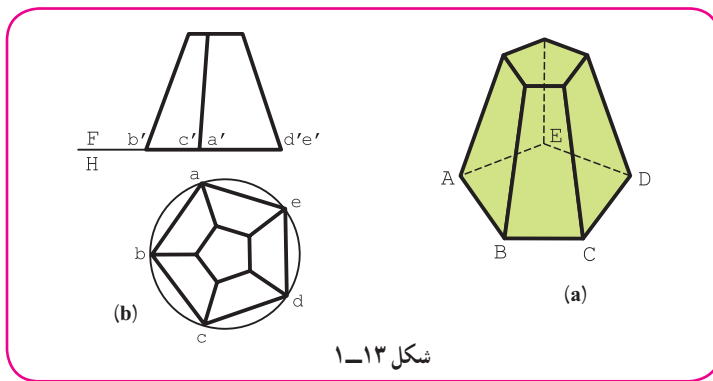
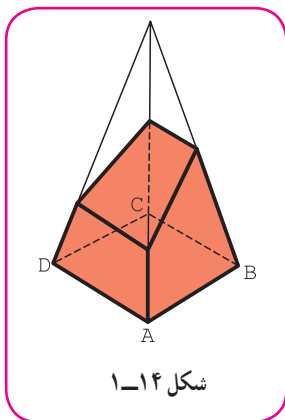
دیده می‌شود که بدنه هرم از چند مثلث به نام سطح جانبی و یک قاعده تشکیل می‌شود. اجزای هرم در شکل ۱-۱۲ معرفی شده است.

مجموعه مثلث‌ها را سطح جانبی و مجموعه مثلث‌ها و قاعده را سطح کل گویند.



۱-۴-۲- هرم ناقص: اگر یک هرم را موازی با قاعده آن برش دهیم، هرم ناقص به وجود می‌آید (شکل ۱-۱۳).

۱-۴-۳- هرم برش خورده: اگر هرم را به طور دلخواه برش دهیم، آن را هرم برش خورده گویند (شکل ۱-۱۴).



در جدول شماره ۱-۲ گونه‌هایی از هرم با برخی جزئیات آن معرفی شده است.

جدول ۱-۲- گونه‌هایی از هرم

<p>۳- هرم پنج بر (پنج پهلو)</p>	<p>۲- هرم چهار بر (چهار پهلو)</p>	<p>۱- هرم سه بر (سه پهلو)</p>
<p>۶- هرم مایل (سه پهلو)</p>	<p>۵- چهاروجهی منظم (چهار مثلث متساوی الاضلاع)</p>	<p>۴- هرم شش بر (شش پهلو)</p>
<p>۹- شبه هرم (یال‌ها در یک نقطه به هم نمی‌رسند.)</p>	<p>۸- هرم برش خورده</p>	<p>۷- هرم ناقص</p>



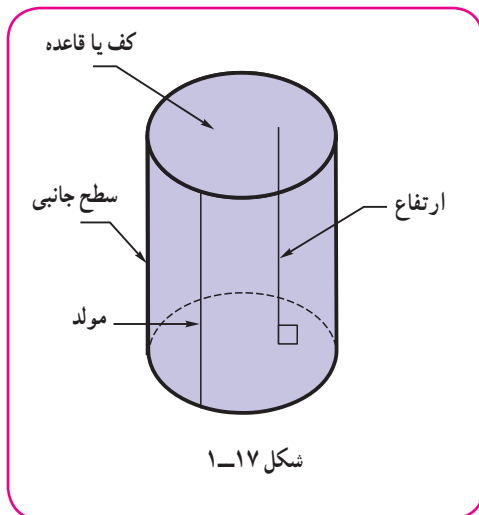
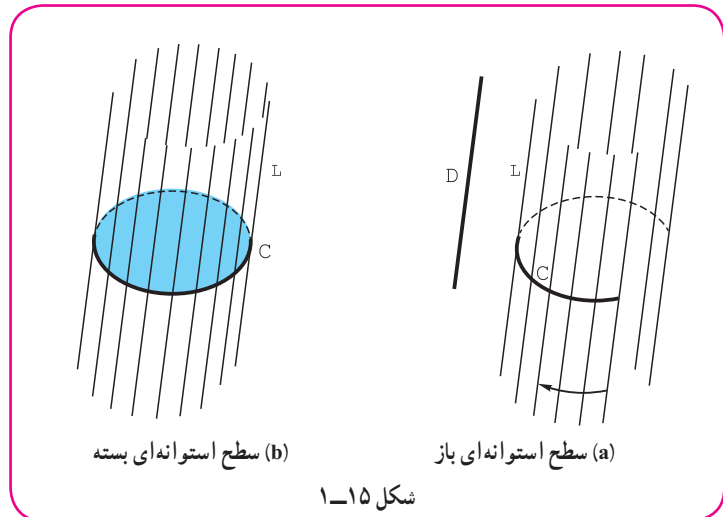
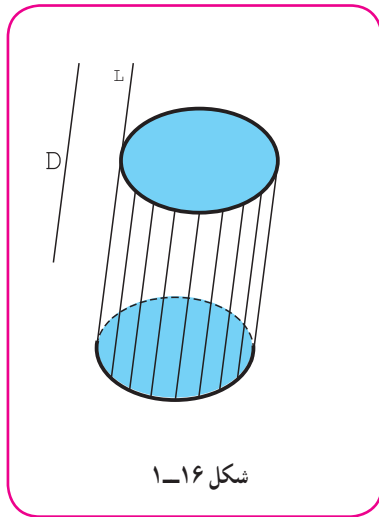
## ۱-۵- سطح استوانه‌ای

اگر خط راست  $L$  چنان در فضا حرکت کند که همواره بر منحنی مسطح  $C$  متکی و با امتداد  $D$  موازی باشد، سطح استوانه‌ای به وجود می‌آید.

سطح استوانه‌ای هم مانند سطح منشوری می‌تواند باز یا بسته باشد. خط  $L$  را مولد،  $C$  و  $D$  را، راهنما می‌گویند (شکل ۱-۱۵).

۱-۵-۱ استوانه: اگر یک سطح استوانه‌ای را با دو صفحه موازی برش دهیم، بخش محدودی از آن به دست می‌آید که استوانه نام دارد.

پس بنا بر تعریف، قسمتی از سطح استوانه‌ای محدود میان دو صفحه موازی را استوانه گویند (شکل ۱-۱۶).

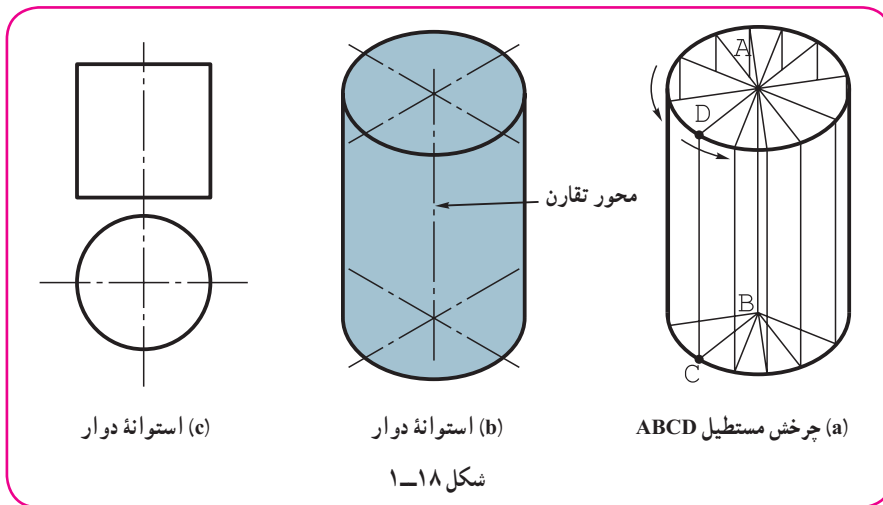


بنابراین، استوانه حجمی است با سطح جانبی دارای خمیدگی یا انحنا و دو قاعده موازی. در شکل ۱-۱۷، جزئیات یک استوانه دیده می‌شود.

استوانه چه در تولید به صورت توپُر و چه در سازه‌های حاصل از ورق مهم‌ترین حجم صنعتی، شناخته می‌شود. می‌توان آن را به شکل‌های گوناگون دسته‌بندی کرد. نیاز به توضیح کوتاهی در این زمینه هست.

۲-۵-۱- استوانه دوار: اگر یک مستطیل به دور یکی از اضلاع خود بچرخد، یک استوانه دوار به وجود می‌آید (شکل

۱-۱۸).



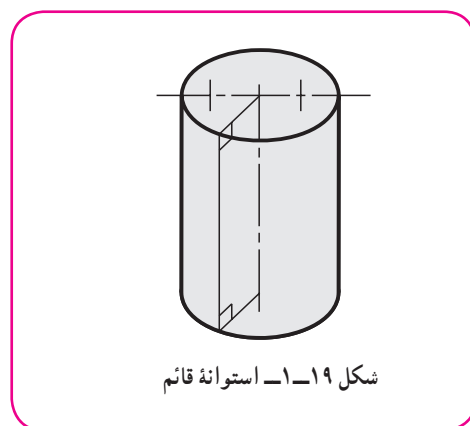
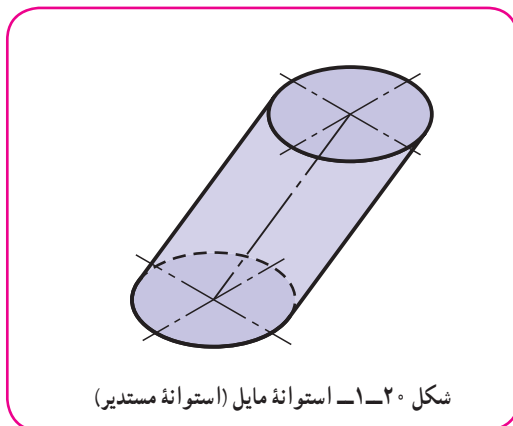
به این ترتیب یک استوانه دوار دارای دو کف دایره‌ای و مولدهای عمود بر کف است. این استوانه دارای یک محور دوران است. معمولاً منظور از استوانه، همان استوانه دوار خواهد بود که مهم‌ترین جسم صنعتی است.

**توجه**

با نگاهی به تعریف ۱-۵ برای سطح استوانه‌ای دوار کافی است منحنی C را یک دایره در نظر بگیریم که مولد L بر سطح آن عمود باشد.

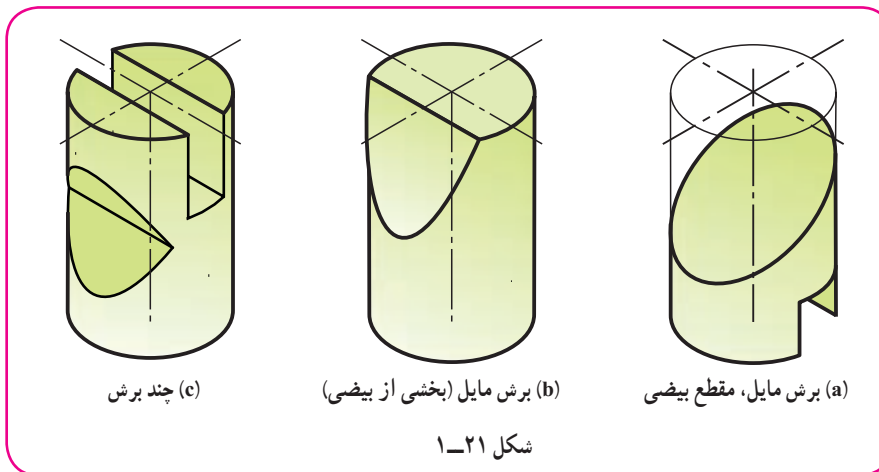
۳-۵-۱- استوانه قائم: ممکن است کف استوانه شکلی غیر از دایره، مثلاً بیضی یا هر منحنی دیگر باشد، اما مولدها بر آن عمود باشند، در این صورت آن را استوانه قائم گویند (شکل ۱-۱۹).

۴-۵-۱- استوانه مایل: گونه دیگری از استوانه است. در این حالت مولدها بر قاعده عمود نیستند (شکل ۱-۲۰). شکل قاعده هر چه می‌تواند باشد (مانند دایره).



۵-۵-۱- استوانه بریده شده: اگر استوانه را به صورتی دلخواه برش دهیم، آن را استوانه برش خورده گویند. شکل

۱-۲۱ نمونه‌هایی را معرفی می‌کند.

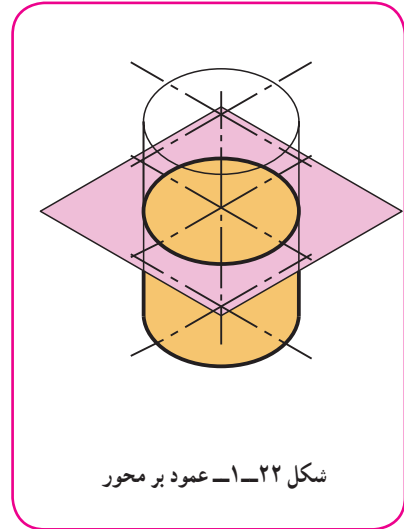
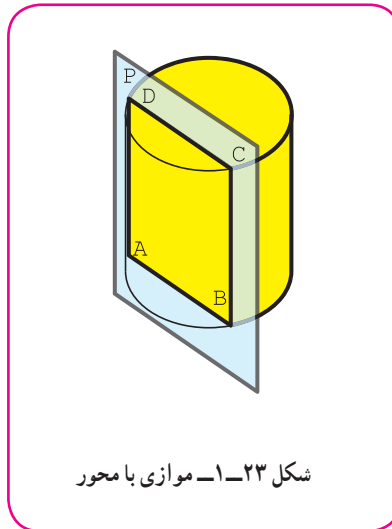
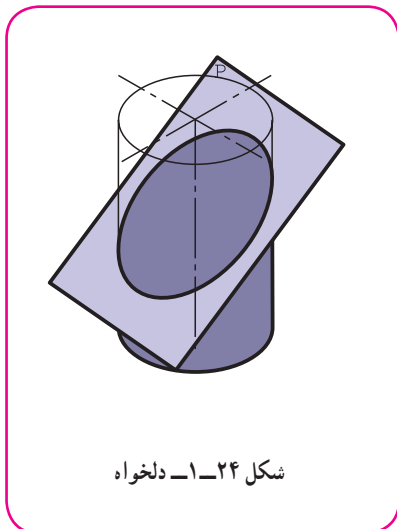


اینک به نمونه‌هایی از برش استوانه دوار دقت کنید:

(الف) اگر استوانه را عمود بر محور آن برش دهیم، شکل حاصل یک دایره است (شکل ۱-۲۲).

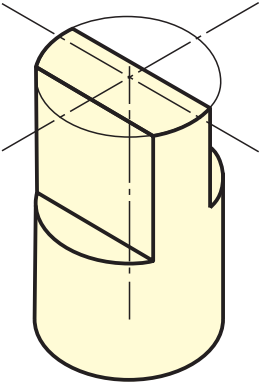
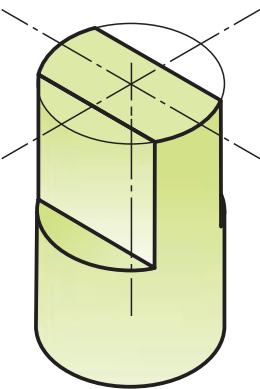
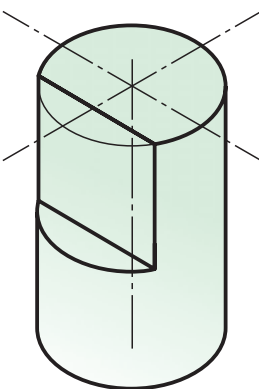
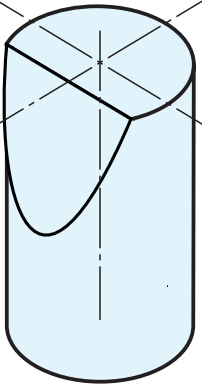
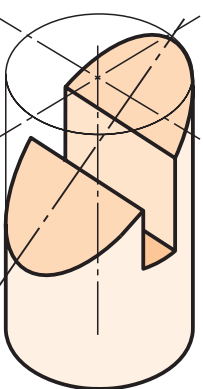
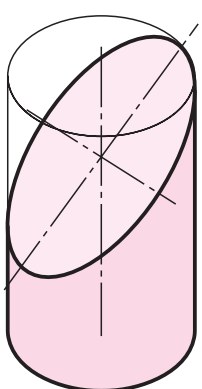
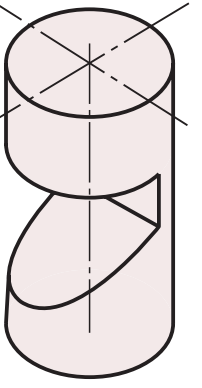
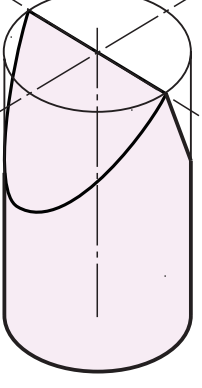
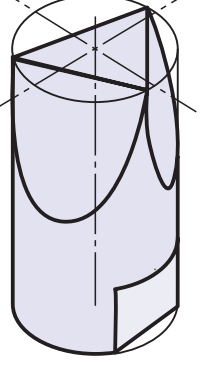
(ب) اگر استوانه را موازی با محور آن برش دهیم، مقطع یک مستطیل است (شکل ۱-۲۳).

(پ) اگر استوانه را به صورتی دلخواه ببریم، شکل حاصل یک بیضی خواهد بود (شکل ۱-۲۴).



در جدول ۱-۳، نمونه‌هایی از برش استوانه دیده می‌شود.

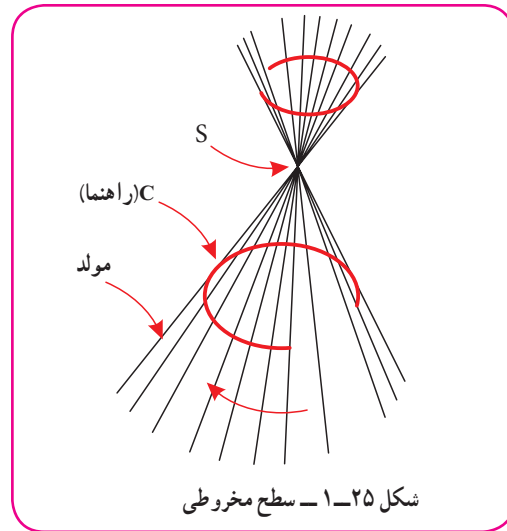
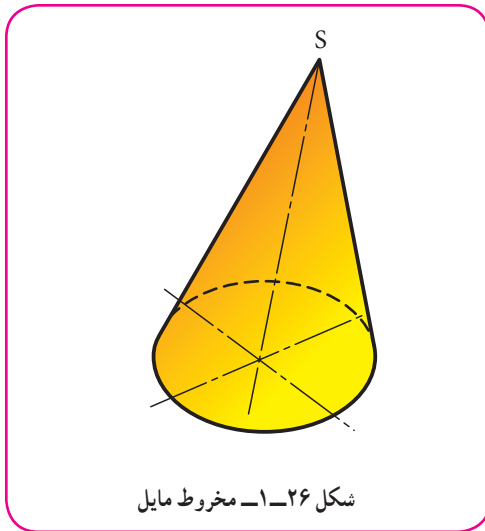
جدول ۱-۳

		
۱- موازی با محور، عمود بر محور (دو برش)	۲- موازی با محور، عمود بر محور، چهار برش	۳- موازی با محور، عمود بر محور، جمعاً چهار برش
		
۴- برش دلخواه	۵- برش دلخواه (جمعاً با چهار برش)	۶- برش دلخواه، ناقص
		
۷- برش (جمعاً با سه برش)	۸- گوه (جمعاً با دو برش)	۹- برش‌ها، مایل و ساده جمعاً پنج مورد

## ۱-۶-۱-۶ سطح مخروطی

یک منحنی مانند یک دایره و یک نقطه مثل  $S$  را در نظر می‌گیریم. اگر خطی در فضا چنان حرکت کند که همواره از  $S$  بگذرد و بر منحنی تکیه داشته باشد سطحی دوشاخه به وجود می‌آید که به آن سطح مخروطی می‌گویند. خط به وجود آورندهٔ سطح را مولد، دایره را راهنما و  $S$  را نوک گویند. روشن است که این سطح دارای یک خم (انحناء) خواهد بود (شکل ۱-۲۵).

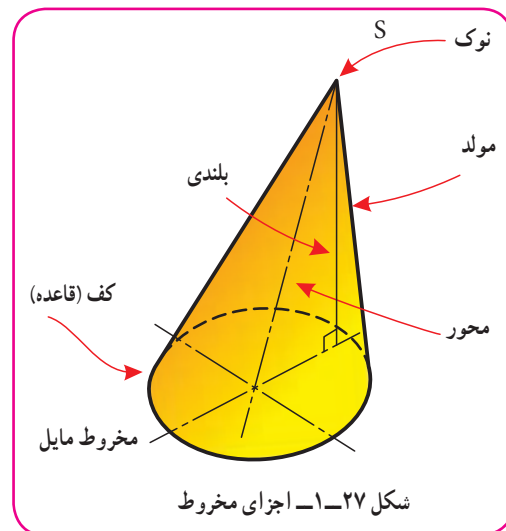
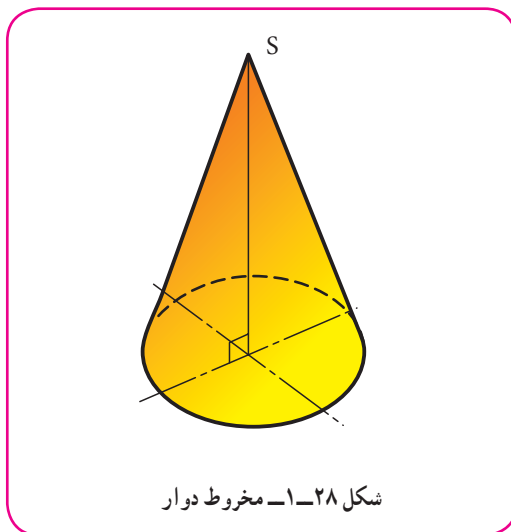
۱-۶-۱-۱ مخروط: قسمت محدودی از یک شاخهٔ سطح مخروطی را مخروط گویند (شکل ۱-۲۶).



قسمت‌های مختلف مخروط روی شکل نام‌گذاری شده است (شکل ۱-۲۷).

۱-۶-۲-۱-۶ مخروط دوار: اگر قاعدهٔ مخروط دایره باشد و ارتفاع در مرکز دایره قرار گیرد مخروط را دوار گویند (شکل

۱-۲۸).



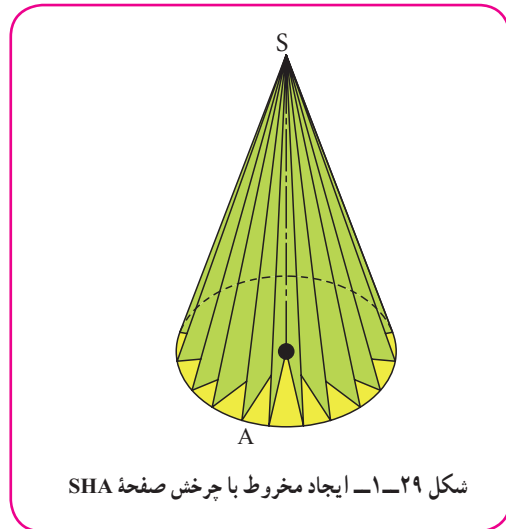
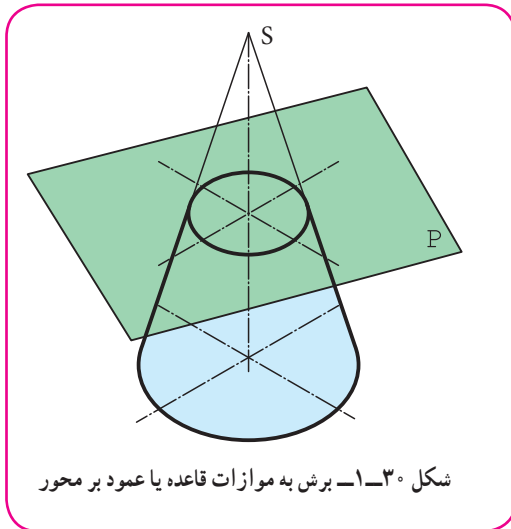
دیده می‌شود که یک مخروط دوار می‌تواند از دوران یک مثلث راست گوشهٔ SHA به دور یکی از اضلاع زاویهٔ قائمه به وجود

آید (شکل ۱-۲۹).

زمانی که تنها کلمه مخروط را به کار می‌بریم، منظور همان مخروط دوار است.

۳-۶-۱- مخروط ناقص: اگر یک مخروط دوار را به موازات قاعده برش دهیم، به آنچه حاصل می‌شود مخروط ناقص

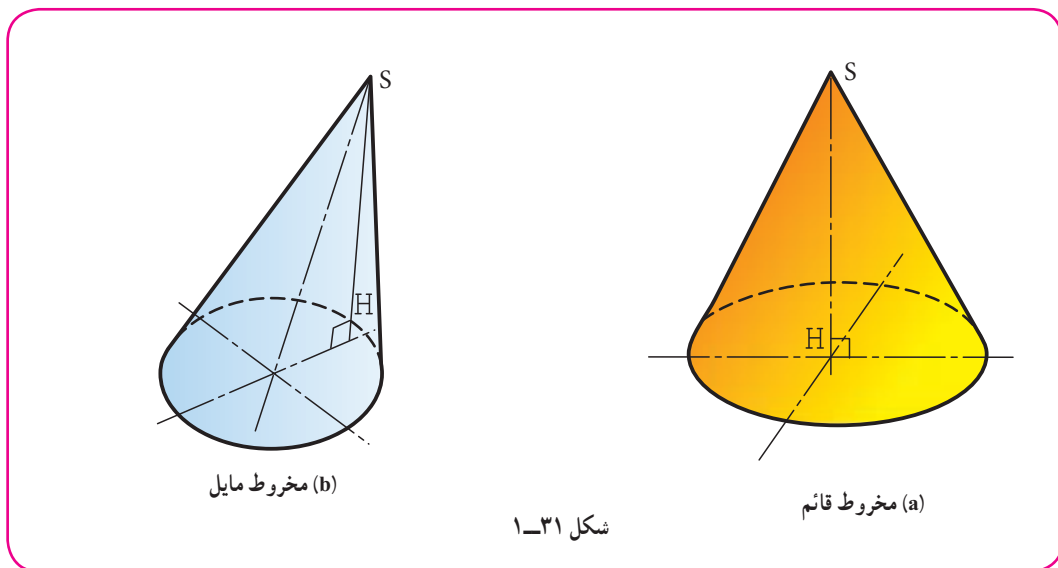
گویند. اما مخروطی که به صورت‌های دیگر بریده شود، با نام مخروط برش خورده معرفی می‌شود (شکل ۱-۳۰).



۴-۶-۱- سایر حالت‌ها: مخروط دوار در حقیقت نوعی مخروط قائم است.

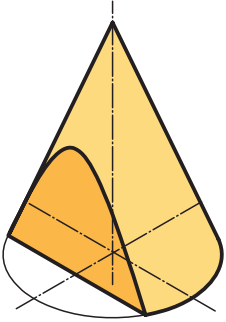
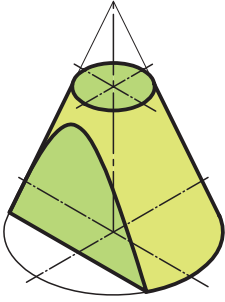
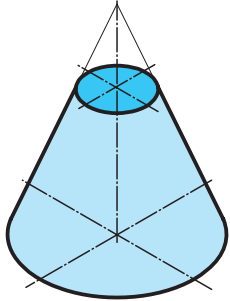
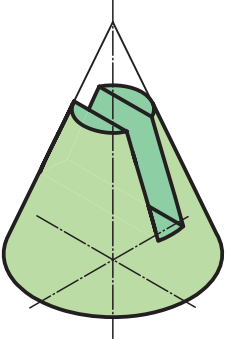
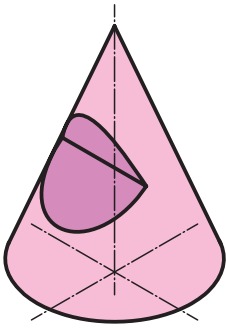
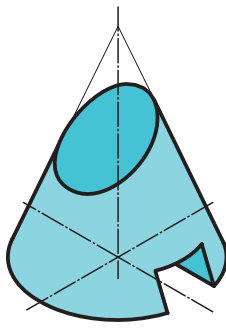
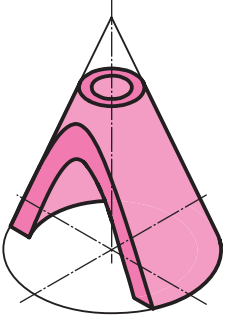
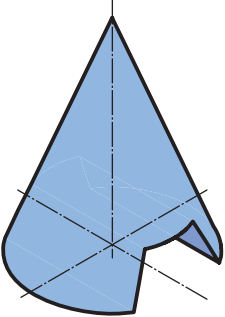
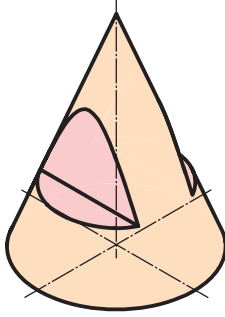
اما اگر قاعده مخروط شکلی مثل بیضی هم داشته باشد و ارتفاع آن در مرکز بیضی وارد شود، می‌توان آن را قائم نامید. اگر

ارتفاع مخروط بر مرکز قاعده وارد نشود، آن را مخروط مایل گویند (شکل ۱-۳۱).



جدول شماره ۱-۴ نمونه‌هایی از برش روی مخروط را معرفی می‌کند.

جدول ۱-۴

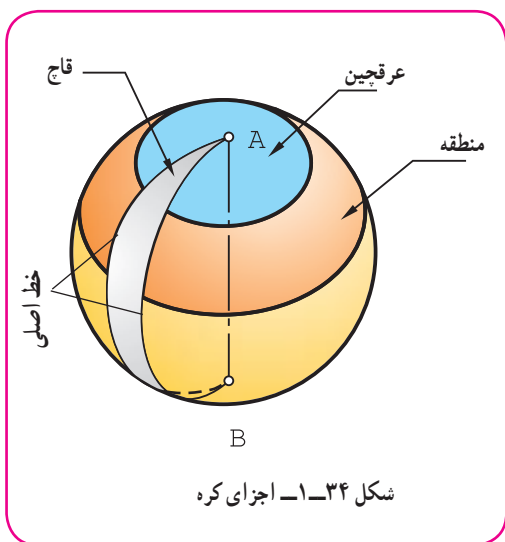
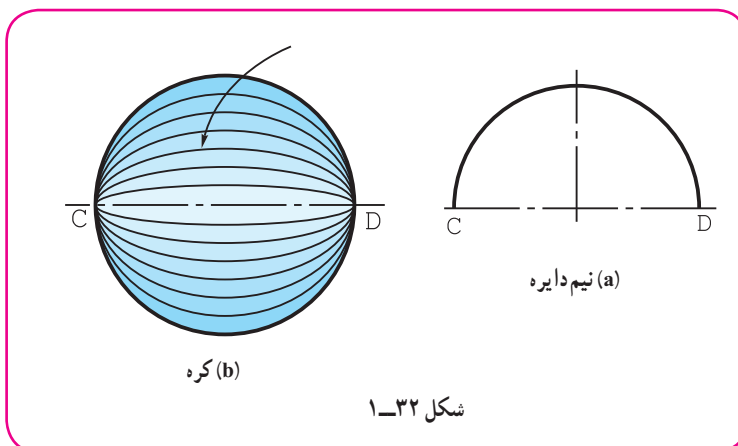
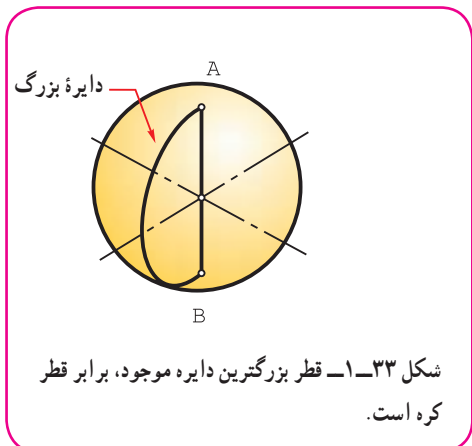
 <p>۳- برش موازی با محور</p>	 <p>۲- مخروط بریده شده با دو صفحه (یکی عمود بر محور و یکی موازی با آن)</p>	 <p>۱- برش مخروط با صفحه موازی با قاعده</p>
 <p>۶- مخروط با چهار صفحه برش</p>	 <p>۵- مخروط با دو برش</p>	 <p>۴- مخروط با چهار برش</p>
 <p>۹- مخروط میان تهی با دو برش</p>	 <p>۸- مخروط با سه صفحه برش</p>	 <p>۷- مخروط با چهار صفحه برش</p>

## ۱-۷- کره

– بنا بر تعریف، کره سطحی است دارای دو خم که از چرخش یک نیم‌دایره به دور قطر آن به وجود می‌آید (شکل ۱-۳۲).

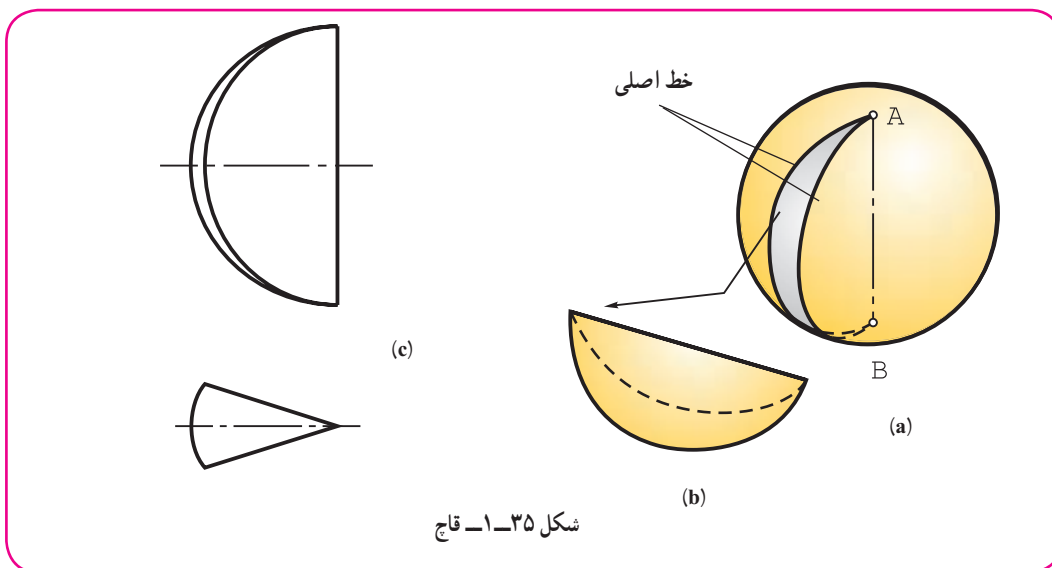
۱- به صورتی دیگر می‌توان گفت، کره مکان هندسی نقاطی است از فضا که فاصله آن‌ها از یک نقطه معین، برابر باشد.

اگر دو نقطه A و B را دو قطب کره بنامیم، تعداد دایره‌های بزرگ موجود روی کره که باید از دو قطب بگذرند، بی‌شمار است (شکل ۱-۳۳).



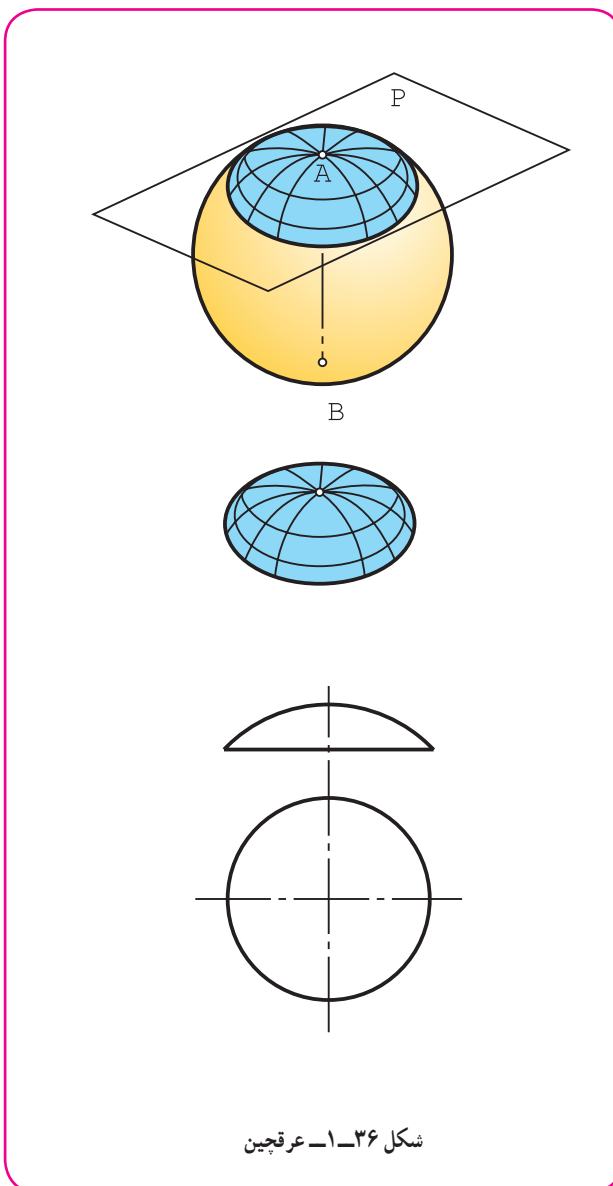
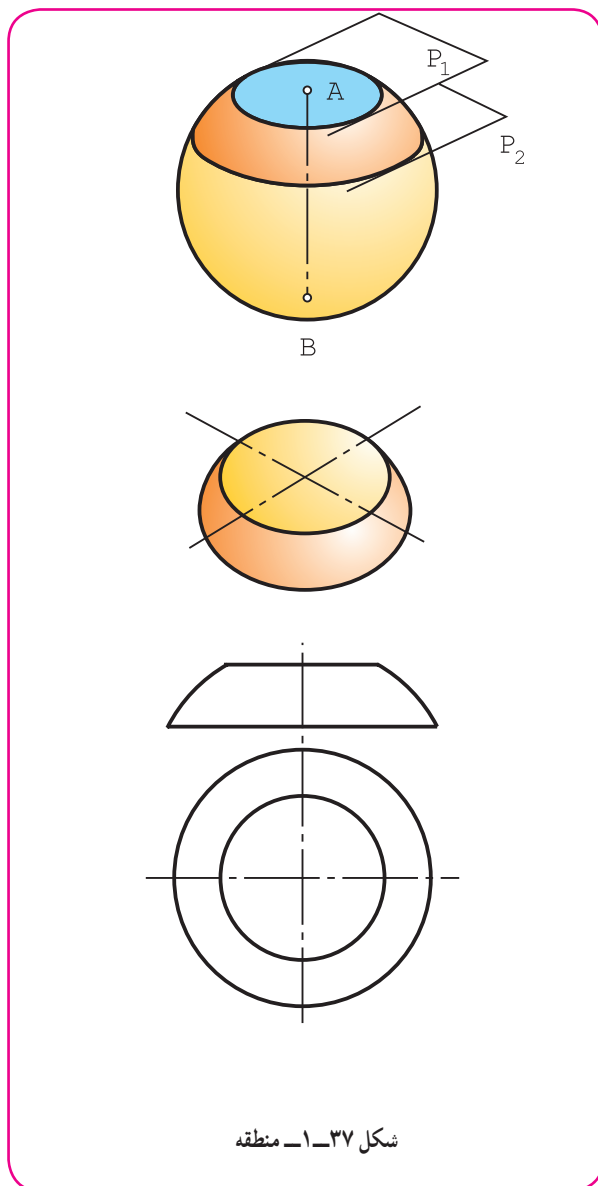
۱-۷-۱ - اجزای کره: بخش‌های گوناگون یک کره، نام‌های ویژه خود را دارند که برخی از آنها مانند قاج، عرقچین و منطقه مهم‌ترند (شکل ۱-۳۴).

۱-۷-۲ - قاج: قسمت کوچکتری که میان دو صفحه گذرنده بر قطب‌های کره قرار می‌گیرد، قاج نامیده می‌شود (شکل ۱-۳۵).





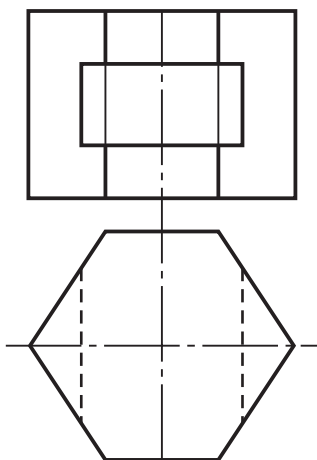
- ۳-۷-۱- عرقچین: اگر کره را با یک صفحه ببریم، قسمت کوچکتر را عرقچین گویند (شکل ۳۶ - ۱).
- ۴-۷-۱- منطقه: اگر کره را با دو صفحه موازی برش دهیم، آنچه که بین دو صفحه قرار دارد، منطقه نامیده می‌شود (شکل ۳۷ - ۱).



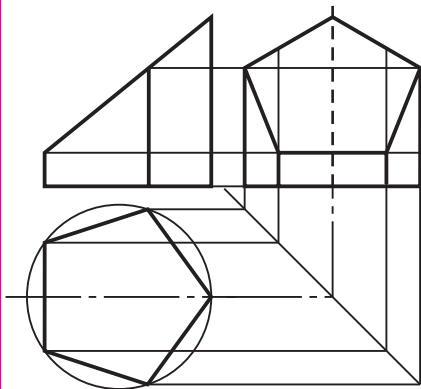
در جدول شماره ۵-۱، نماهای گوناگونی از احجام با سطوح تخت داده شده است. آنها باید با دقت بررسی شوند.

در جدول شماره ۶-۱، نماهای گوناگونی از احجام با سطوح خمیده داده شده که دقت بیشتر در آنها لازم است.

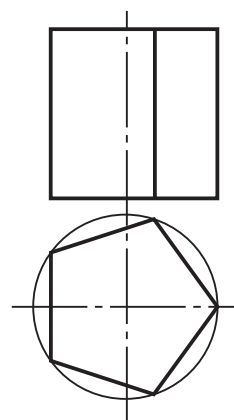
جدول ۵-۱



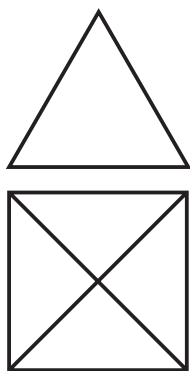
۳- منشور با کف شش ضلعی



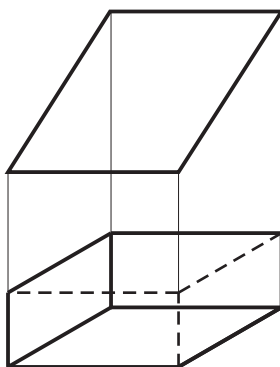
۲- منشور بریده شده



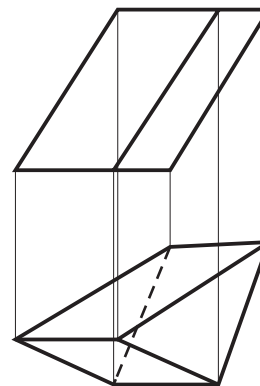
۱- منشور پنج بر



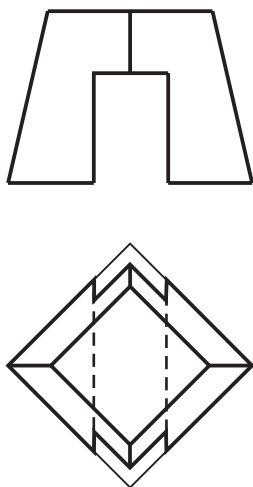
۶- هرم چهاربر (با قاعده مربع)



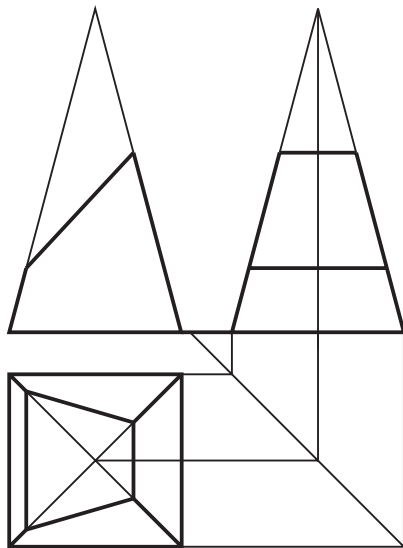
۵- متوازی السطوح



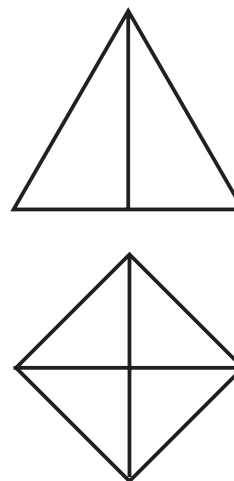
۴- منشور مایل



۹- هرم بریده شده

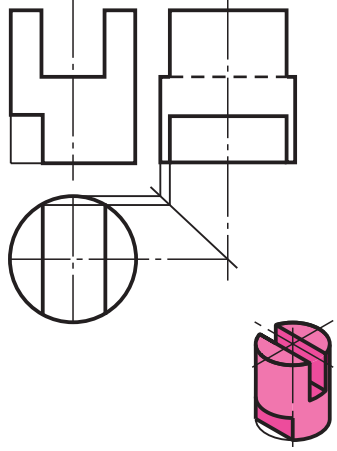
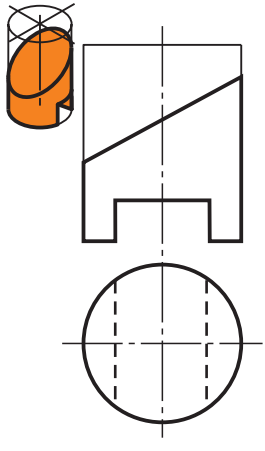
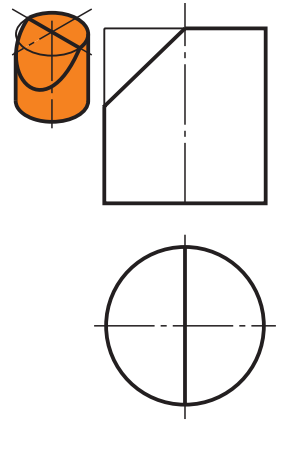
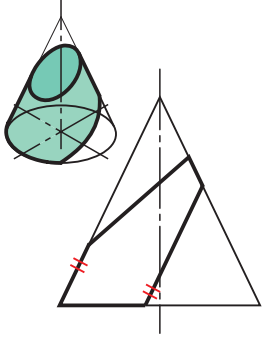
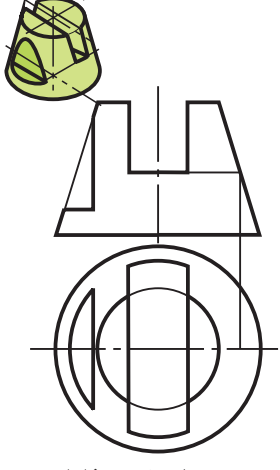
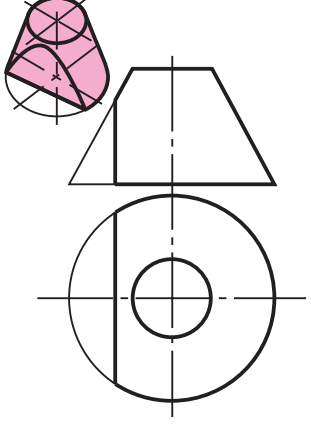
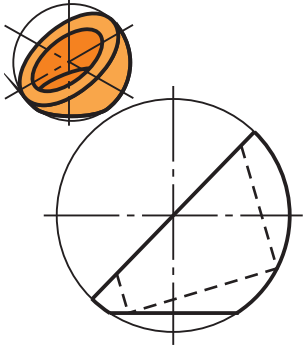
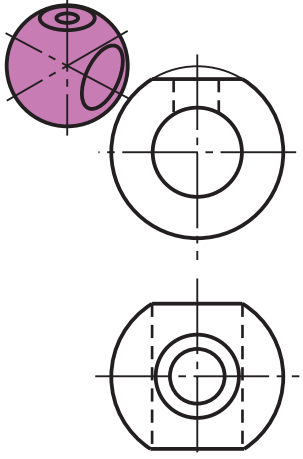
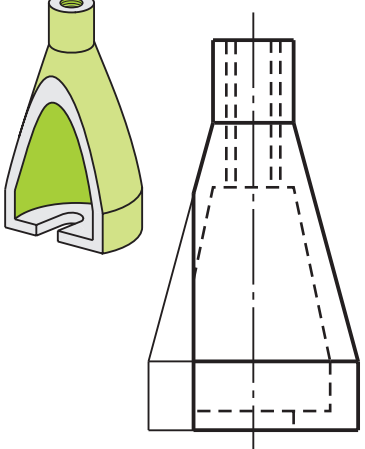


۸- هرم بریده شده



۷- هرم با قاعده مربع (چهاربر)

جدول ۱-۶

 <p>۳- استوانه و مستطیل</p>	 <p>۲- استوانه و بیضی و مستطیل</p>	 <p>۱- استوانه و بیضی</p>
 <p>۶- مخروط، بیضی، سهمی</p>	 <p>۵- مخروط، دایره، هندلولی</p>	 <p>۴- مخروط، دایره، هندلولی</p>
 <p>۹- کره، دایره</p>	 <p>۸- کره، دایره</p>	 <p>۷- مخروط، هندلولی، دایره</p>

- ۱- سازه‌های پیرامون ما، بیشتر از شکل‌های منظم هندسی ساخته شده‌اند.
- ۲- برای احجام معین، محاسبات و ساخت به سادگی انجام می‌شود.
- ۳- احجام مهم هندسی با وجود کمی گونه‌ها، کاربردهای بی‌شمار دارند.
- ۴- شناخت ویژگی‌های احجام مهم برای سازنده یک امر اساسی است.
- ۵- جسم بخشی از فضا است که با چند صفحه محدود می‌شود.
- ۶- احجام را به دو دسته بزرگ با سطوح تخت و با سطوح منحنی تقسیم می‌کنند.
- ۷- اگر خط راستی چنان در فضا حرکت کند که همواره بر یک چند ضلعی متکی و با یک خط راهنمای  $D$  موازی باشد سطح منشوری به وجود می‌آید.
- ۸- بخش محدودی از سطح منشوری را منشور گویند.
- ۹- اگر یال‌ها بر قاعده منشور عمود باشند آن را قائم و در غیر این صورت آن را مایل نامند.
- ۱۰- اگر خط راستی چنان در فضا حرکت کند که همواره بر یک چندضلعی منتظم متکی باشد و از نقطه‌ای ثابت بگذرد، سطح هرمی حاصل می‌شود که بخش محدودی از آن را هرم می‌گویند.
- ۱۱- اگر خط راست  $M$  چنان در فضا حرکت کند که همواره بر یک منحنی متکی و با یک خط راهنما موازی باشد سطح استوانه‌ای به وجود می‌آید که به قسمت محدودی از آن استوانه می‌گویند.  $M$  را مولد استوانه نامند.
- ۱۲- استوانه مهم‌ترین حجم صنعتی است که کاربرد آن بی‌شمار است استوانه ساده‌ترین سطح قابل ساخت است.
- ۱۳- اگر منحنی راهنمای سطح استوانه‌ای، دایره و مولد  $M$  بر آن عمود باشد استوانه دوار است، یعنی مهم‌ترین سطح صنعتی.
- ۱۴- یک استوانه دوار را می‌توان با صفحه به گونه‌ای برید که یک مستطیل، یک دایره یا یک بیضی به دست آید.
- ۱۵- اگر یک خط راست چنان در فضا حرکت کند که همواره از یک نقطه ثابت بگذرد و بر یک منحنی تخت متکی باشد، سطح مخروطی به وجود می‌آید.
- ۱۶- بخش محدودی از سطح مخروطی را مخروط گویند.
- ۱۷- مخروط دوار از چرخش یک مثلث قائم‌الزاویه به دور یکی از اضلاع آن به دست می‌آید.
- ۱۸- کره از چرخش یک نیم‌دایره به دور قطر خود به دست می‌آید.

در ارزشیابی نظری در تمام موارد لازم باید شکل‌ها با دست رسم شوند و براساس آن‌ها توضیح داده شود.

## ارزشیابی نظری

- ۱- چه مواردی از طبیعت را می‌شناسید که به طور تقریبی با احجام معروف هندسی مطابقت دارند؟
- ۲- چرا صنعت‌گران در ساخت تولیدات خود، از احجام ساده هندسی بیشتر استفاده می‌کنند؟ می‌توانید چند مورد را نمونه بیاورید؟
- ۳- دلیل استفاده بیشتر از احجام شناخته شده چیست؟
- ۴- آگاهی طراح و سازنده از شکل‌های مهم هندسی و ویژگی‌های آن‌ها چه مزایایی دارد؟
- ۵- جسم را به طور دقیق تعریف کنید.
- ۶- تقسیم بندی احجام هندسی چگونه است؟
- ۷- سطح منشوری را تعریف کنید. مشخصات منشور قائم چیست؟
- ۸- سطح هرمی را تعریف کنید. مشخصات یک هرم چیست؟
- ۹- سطح استوانه‌ای را تعریف کنید. مشخصات استوانه دوار چیست؟
- ۱۰- استوانه مایل چگونه حجمی است؟ آیا قاعده استوانه مایل می‌تواند دایره باشد؟
- ۱۱- استوانه دوار، مایل و قائم را دقیقاً معرفی کنید.
- ۱۲- مقاطع استوانه را با صفحه معرفی کنید.
- ۱۳- سطح مخروطی را تعریف کنید. مخروط چگونه حجمی است؟
- ۱۴- یک مخروط دوار به چه روش‌هایی به وجود می‌آید؟
- ۱۵- مخروط ناقص چیست؟ چگونه به وجود می‌آید؟
- ۱۶- اجزای منشور، هرم، استوانه و مخروط را نام ببرید.
- ۱۷- کره را تعریف کنید و بخش‌های مهم آن را معرفی کنید.
- ۱۸- قاج، عرق‌چین و منطقه چه ویژگی‌هایی دارند؟

## ارزشیابی عملی

- ۱- یک منشور با قاعده شش‌ضلعی منتظم به ضلع ۲۳ و ارتفاع ۶۸ را در سه نما رسم کنید.
- ۲- هرمی با قاعده مربع به بلندی ۶۸ را در دو نما رسم کنید. ضلع مربع ۳۶ است.
- ۳- هرم بالا را دوباره رسم کنید، به گونه‌ای که ۳۵ میلی‌متر از بالای آن بریده شده باشد.
- ۴- استوانه‌ای دوار به قطر ۴۴ و ارتفاع ۶۰ را رسم کنید. این استوانه را با صفحه‌ای موازی محور ببرید. فاصله از محور ۱۰ باشد.
- ۵- یک مخروط با قاعده‌ای به قطر ۱۴ و ارتفاع ۱۸۵ را به مقیاس ۱:۲ رسم کنید. این مخروط را با صفحه‌ای به فاصله ۹۶ از قاعده ببرید.
- ۶- کره‌ای به قطر ۶۰ را رسم کنید، به گونه‌ای که یک چهارم آن برداشته شده باشد.

- ۱- آیا می‌توانید بدون محاسبه بگویید که حجم یک استوانه به قطر قاعدهٔ ۴۰۰ و ارتفاع ۶۰۰ چند برابر حجم یک مخروط به قطر قاعدهٔ ۲۰۰ و ارتفاع ۳۰۰ است؟
- ۲- آیا می‌توان گفت حجم دو مخروط دوار و مایل با قاعده و ارتفاع مساوی برابر است؟ سطح جانبی آن‌ها چگونه؟
- ۳- از دوران یک مثلث راست گوشه به دور وتر، چه چیزی حاصل می‌شود؟
- ۴- معروف‌ترین منشور و هرم کدام است؟ از هر کدام دست کم ۵ ویژگی را بگویید.